Der Bleigehalt im Zahnstein bei Parodontopathien

Richard Hohmann

1979

Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
Direktor: Prof.Dr.E. SONNABEND
der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität München

Der Bleigehalt im Zahnstein bei Parodontopathien

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Richard Hohmann
aus
München
Jahr
1979

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Mit Genehmigung des Fachbereichs der
Medizin der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. E. Sonnabend

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 12.6.1979

DISSERTATIONS– UND FOTODRUCK FRANK oHG
8 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2 8 0 9 0 9 0

Meiner Mutter und meiner Frau Brigitte

in Dankbarkeit gewidmet

Der Bleigehalt im Zahnstein bei Parodontopathien

1. Einleitung Seite 1

2. Problemstellung 3

3. Experimentelles 4

3.1 Probenahme 4

3.2 Chemikalien 5

3.3 Geräte 5

3.4 Verfahren 5

3.4.1 Probenvorbereitung 5

3.4.2 Naßveraschung 6

3.4.3 Bestimmung des Bleis mittels Atomabsorptionsspektralphotometrie 8

3.4.3.1 Prinzip 8

3.4.3.2 Eichung 8

3.4.3.3 Messung 11

3.5 Fehlerbetrachtung 12

4. Ergebnisse 14

4.1 Definition 14

4.2 Meßwerte 14

4.2.1 Bleigehalt im Zahnstein bei Parodontitis marginalis profunda 14

4.2.2 Bleigehalt im Zahnstein bei Parodontitis marginalis superficialis 18

4.2.3 Häufigkeitsverteilung der Bleigehalte des Zahnsteins bei Parodontopathien 21

4.2.4 Mediane und 95% Vertrauensbereiche 23

4.2.5 Vergleich der Bleigehalte des Zahnsteins bei Parodontitis marginalis profunda und marginalis superficialis 26

5. Kritische Auswertung 29

6. Zusammenfassung 31

7. Literatur 33

1. Einleitung

Im Zusammenhang mit der ständig zunehmenden, weltweiten Industrialisierung läßt sich nun bereits seit vielen Jahrzehnten auch eine stetig ansteigende Konzentration von Schadstoffen in der Umwelt des Menschen beobachten. Aus der Vielzahl der heute bekannten toxischen Substanzen muß das Blei als gesundheitlich besonders bedenklich angesehen werden, da es bereits in geringen Konzentrationen hoch toxisch ist. Darüber hinaus hat dieses Element die unangenehme Eigenschaft, sich in bestimmten Teilen des menschlichen Körpers, vor allem im Knochengewebe, aber auch in Leber- und Nierengewebe und in Haaren anzureichern. Aus diesem Grund kann selbst eine Aufnahme sehr geringer Bleimengen, sofern sie sich über einen längeren Zeitraum erstreckt, eine potentielle Gefährdung der menschlichen Gesundheit darstellen. Das gespeicherte Blei kann durch verschiedene Faktoren - wie etwa bei bestimmten Krankheits- oder Reizzuständen - remobilisiert werden und in den Blutkreislauf des Menschen gelangen. In diesem Fall kann daher im Blut eine Erhöhung des Bleipegels auftreten, obwohl zu diesem Zeitpunkt keine externe Bleiaufnahme stattfand.
Während man heute die Diagnostik akuter Bleivergiftungen gut beherrscht, ist jedoch der Nachweis einer schleichenden Bleiakkumulation im Körper bei der Aufnahme geringer Mengen Blei über einen längeren Zeitraum wesentlich schwieriger. Im Interesse der Vermeidung von Spät- und Dauerschäden ist aber eine möglichst frühzeitige Erkennung einer Bleiakkumulation von besonderer Bedeutung.
Für diese Früherkennung eignen sich zunächst diejenigen menschlichen Körperteile, die in der Lage sind dieses Element zu speichern, also - wie bereits oben erwähnt - Knochen, Leber, Niere und Haare. Für eine analytische Bestimmung von geringen Spuren Blei in diesen Körperteilen scheiden jedoch bereits Knochen, Leber und Niere aus, da sie im allgemeinen nicht für Untersuchungen zur Verfügung stehen werden.
Haare haben sich ebenfalls nicht als geeigneter Bleiindikator

erwiesen, da durch die Verwendung von Haarwaschmitteln bei der Haarwäsche meist größere, aber unbekannte Mengen Blei aus dem Haar entfernt werden.
Im Zusammenhang mit der Suche nach geeigneten Indikatoren zur Früherkennung einer Bleiakkumulation im Menschen hat man seit Jahren auch den Zähnen
(ALTSHULLER u. Mitarbeiter (1962), STREHLOW u. Mitarbeiter (1969), STEWART (1974), DE LA BURDÉ u. Mitarbeiter (1975)) und kürzlich auch dem Zahnstein verstärkte Aufmerksamkeit geschenkt. Bis vor kurzem lagen in Bezug auf den Bleigehalt im Zahnstein - welcher ja in der vorliegenden Arbeit näher untersucht werden soll - ziemlich widersprüchlich experimentelle Befunde vor: So fanden z.B. HINTZE (1912) und auch MINKER (1927) einen hohen Bleigehalt im Zahnstein von beruflich mit Blei exponierten Personen, während andererseits SCHENKEL (1929), SCHMIDT (1933) sowie PFRIEME (1934) bei Arbeitern mit Bleivergiftung und bei Normalpersonen überhaupt kein Blei im Zahnstein nachweisen konnten.
Bei diesen älteren Arbeiten waren die spurenanalytischen Probleme bei der Bestimmung sehr geringer Mengen Blei noch wenig bekannt, die modernen instrumentellen Bestimmungsmethoden standen damals noch nicht zur Verfügung.
Erst durch die Verwendung der Atomabsorptionsspektralphotometrie konnten SONNABEND, BUNZL und KRACKE (1976) bzw. HERZOG (1977) einen "normal-zivilisatorischen" Bleigehalt im Zahnstein von Normalpersonen aufzeigen und statistisch signifikant höhere Werte bei beruflich bleiexponierten Personen nachweisen.
Diese Eigenschaft des Zahnsteins als Indikator für eine Bleibelastung wurde durch weitere Untersuchungen (SONNABEND, BUNZL und KRACKE (1978) bzw. EMSLANDER (1978) bestätigt, in welchen der Bleigehalt in Zahnstein, Zahnhartgeweben, Alveolarknochen und venösem Blut parallel bestimmt wurde.

2. Problemstellung

Bei der Verwendung von Zahnstein als Frühindikator für eine Bleiakkumulation im menschlichen Körper ist jedoch zunächst die Frage zu klären, in welchem Ausmaß dessen Bleigehalt von einer eventuellen Erkrankung des Zahnes abhängt.
Wie nämlich statistische Untersuchungen (KÖTZSCHKE, 1965) an einer großen Personenzahl ergaben, weisen heute nur noch 15% aller Patienten ein gesundes Parodontium auf, während es sich bei den übrigen 85% um parodontal Erkrankte handelt.
Unter diesen parodontal Erkrankten bilden die Patienten mit Parodontitis marginalis profunda die größte Gruppe mit rund 42%, während der Anteil der Patienten mit Parodontitis marginalis superficialis 15% betrug. Mischformen waren zu rund 25% vertreten. Andere parodontale Erkrankungen waren nur in sehr geringem Umfang vertreten (Parodontopathia dystrophica: 1%; Parodontopathia neoplastica: 0,35%).
Um zu vergleichbaren Aussagen über den Bleigehalt des Zahnsteins bei dem großen Personenkreis der parodontal Erkrankten zu kommen, ist es zunächst notwendig an diesen Patienten zu untersuchen:

- wie groß ist der mittlere Bleigehalt im Zahnstein bei Personen mit Parodontitis marginalis superficialis und in welchem Bereich schwanken diese Werte?
- wie groß ist der mittlere Bleigehalt im Zahnstein bei Personen mit Parodontitis marginalis profunda und in welchem Bereich schwanken diese Werte?
- Besteht ein statistisch signifikanter Unterschied im mittleren Bleigehalt des Zahnsteins bei diesen beiden Personengruppen?

Dabei soll es sich bei den hier untersuchten Patienten um einen Personenkreis handeln, der aus beruflichen Gründen keine Verdachtsmomente aufweist, die für eine Bleiaufnahme sprechen, die über das heute übliche Maß hinausgeht.

3. Experimentelles

3.1 Probenahme

Die Probenahme erfolgte bei allen Patienten in der gleichen Weise. Mit Hilfe eines Ash-Hartmetallinstruments wurde der Zahnstein vom Zahn des Patienten entfernt, zwischen zwei runde Papierfilterscheiben gelegt und ins Labor zur Analyse gebracht. Da die Bleianalyse mittels Atomabsorptionsspektralphotometrie äußerst empfindlich ist, genügen hierbei schon geringe Mengen Zahnstein. Im Labor wurden die Proben zusammen mit dem Filterpapier in einen Glastrichter überführt, mit doppelt destilliertem Wasser gewaschen und anschließend über Nacht luftgetrocknet. Dabei ist darauf zu achten, daß die Proben nicht mit bleihaltigem Luftstaub kontaminiert werden. Zusammen mit dem gefalteten Filterpapier wurden die Zahnsteinproben dann in konditionierte, bleifreie Quarzgläser überführt, die bis zur Analyse luftdicht verschlossen blieben. *)

---

*) Die Bleibestimmungen wurden im Institut für Strahlenschutz (Leiter: Prof.Dr.W.JACOBI), Arbeitsgruppe: Analytik und Ökologie von Radionukliden (Leiter: Dr.K.BUNZL) der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung, München, ausgeführt. Die Leitung und Überwachung der Analysen oblag Herrn W.KRACKE. Unterstützung bei der Durchführung der Analysen fanden wir bei Frau I.ZIETSCH und Frau R.HALSNER.
Allen sei an dieser Stelle für ihre Hilfe gedankt.

3.2 Chemikalien

Da die Bleigehalte im Zahnstein nur sehr gering sind (ppm Bereich), muß die Einschleppung von Blei durch die verwendeten Chemikalien bei der Probenaufbereitung so gering wie möglich gehalten und laufend durch Blindversuche kontrolliert werden. Folgende Chemikalien wurden verwendet:

Salpetersäure 65%, suprapur (Merck)
Wasserstoffperoxyd 30%, pro analysi (Merck)
Ammoniaklösung 25%, suprapur (Merck)
Flußsäure 2%, pro analysi (Merck)
Salzsäure, halbkonzentriert, pro analysi (Merck)
Radioaktives Blei 212 (abgetrennt aus Radium-224 der Firma Amersham Buchler)

3.3 Geräte

Quarzreagenzgläser (1cm Ø; 10cm Länge, Sonderanfertigung),
Eppendorfpipetten,
Präzisionsmikrowaage (Firma Satorius, Genauigkeit 0,00001 Gramm),
Atomabsorptionsspektralphotometer G 290, mit Graphitrohrküvette HGA 70 der Firma Perkin-Elmer,
Heizplatten RCH (Firma Janke und Kunkel) mit Aluminiumblock zur Aufnahme der Quarzreagenzgläser,
Exsiccator.

3.4 Verfahren

3.4.1 Probenvorbereitung

Sämtliche Zahnsteinproben wurden zunächst im Reagenzglas in einen Exsiccator gebracht und dort bei 55°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Das Gewicht der einzelnen Proben wurde anschließend mit Hilfe der Präzisionsmikrowaage ermittelt.

3.4.2 Naßveraschung

Da es sich bei der Bestimmung von Blei im Zahnstein um eine spurenanalytische Analyse im Bereich von etwa 1-50 µg Blei pro Gramm Zahnstein handelt, wurde dafür Sorge getragen, daß während der Probenaufbereitung keine zusätzlichen Bleispuren in die Veraschungslösung eingeschleppt wurden. Ein Einschleppen von Bleispuren kann möglicherweise durch die Verwendung von mit Blei verunreinigten Chemikalien, durch den Einsatz verunreinigter Gefäße oder aber auch über die Luft durch bleihaltige Staubpartikel erfolgen. Ferner ist zu beachten, daß alles im Zahnstein befindliche Blei auch nach der chemischen Aufarbeitung der Probe tatsächlich zur Messung kommt und nicht während dieser Schritte dem System entzogen wird. Derartige Verluste können unter Umständen durch Sorption von Bleispuren an den Gefäßwänden der Reagenzgläser entstehen oder durch Verdampfung des leicht flüchtigen Bleis, falls die Veraschung der Proben bei zu hoher Temperatur erfolgt.
Um derartige Störungen bei der Bleianalyse auszuschalten, wurden sämtliche Zahnsteinproben nur in vorher sorgfältig mit Fluß- und Salzsäure gereinigten Quarzreagenzgläsern aufbewahrt. Da ferner bekannt ist, daß Quarzglas Blei auch im Spurenbereich nicht zu sorbieren vermag, erfolgte die anschließende chemische Naßveraschung der Proben ebenfalls in diesen Quarzglasröhrchen bei niedriger Temperatur (kleiner 100°C). Um eine Einschleppung von Blei durch die bei der Veraschung verwendeten Chemikalien zu vermeiden, wurden nur "suprapur" und pro analysi reine Reagenzien verwendet.

Zur eigentlichen Naßveraschung der Zahnsteinproben wurden diese zunächst im Quarzreagenzglas mit konzentrierter Salpetersäure versetzt und in den mit Bohrungen zur Aufnahme der Reagenzgläser versehenen Aluminiumblock auf einer Heizplatte bei 90°C aufgelöst. Dabei entstand eine zunächst noch trübe Lösung, zu der man nun Wasserstoffperoxyd (30%) solange tropfenweise vorsichtig zugab, bis eine wasserklare Lösung im Reagenzglas vorlag.

Diese Veraschung beruht auf der stark oxidativen Wirkung der dabei entstehenden OH-Radikalen und benötigt Fe^{2+}-ionen als Katalysator in geringen Spuren (Fentons Reagenz).
Im Falle der Veraschung von Zahnstein befanden sich jedoch bereits in dieser Matrix genügend Fe^{2+}-ionen, so daß auf eine weitere Eisenzugabe verzichtet wurde.
Diese Veraschungsmethode mit H_2O_2/Fe^{2+} wurde erstmals von SANSONI und KRACKE (1968) für die Veraschung verschiedenartigster Umweltproben entwickelt und wird in der Zwischenzeit mit großem Erfolg eingesetzt.

Zum Abschluß wurde die Lösung fast bis zur Trockene eingedampft und mit 0,4 normaler Salpetersäure auf etwa 2 Milligramm Probeneinwaage pro Milliliter Lösung eingestellt.

Um sicher zu gehen, daß während der Durchführung der einzelnen chemischen Schritte bei der Veraschung keine Bleispuren, die vom Zahnstein stammen, verloren gehen, wurde zur Kontrolle jeweils am Veraschungsbeginn eine geringe, aber bekannte Menge radioaktives Blei-212 zugesetzt. Da sich Pb-212 chemisch während der Veraschung ebenso verhält wie das inaktive Blei des Zahnsteins, konnte am Ende der Veraschung durch eine Kontrollmessung bestimmt werden, ob ein Teil des radioaktiven Bleis - etwa durch Sorption an den Gefäßwänden - verloren ging. Da dies in keinem Fall beobachtet wurde, hatte man auf diese Weise die Gewähr, daß derartige Verluste bei der hier verwendeten Veraschungsmethode nicht auftraten.

3.4.3 Bestimmung des Bleis mittels Atomabsorptionsspektralphotometer

3.4.3.1 Prinzip

Im allgemeinen ist bei nicht bleibelasteten Personen der Bleigehalt des Zahnsteins sehr gering. Da überdies nur geringe Mengen an Zahnstein vorliegen werden, muß man für dessen analytische Bestimmung eine sehr empfindliche Methode anwenden. Die gegenwärtig wohl am häufigsten für die Bestimmung von geringen Spuren von Blei eingesetzte Methode ist die Atomabsorptionsspektralphotometrie. Hierbei wird die bleihaltige Analysenprobe zunächst verdampft und mittels einer Flamme oder eines beheizten Graphitrohrs eine Wolke von Bleiatomen erzeugt. Schickt man nun durch diese Wolke mittels einer Bleihohlkathodenlampe Licht mit einer Resonanzlinie des Bleis (283,3 nm), so wird dieses hierbei durch Absorption geschwächt. Mißt man die hierbei auftretende Schwächung und vergleicht sie mit derjenigen von Eichlösungen bekannter Bleigehalte, so kann man auf diese Weise den Bleigehalt der unbekannten Analysenprobe bestimmen.

3.4.3.2 Eichung

Da bei der Atomabsorptionsspektralphotometrie Störungen des Meßsignals durch die gleichzeitige Anwesenheit anderer Elemente in der Analysenlösung neben den Bleiatomen auftreten können, soll die Eichlösung möglichst eine ähnliche chemische Zusammensetzung wie die Analysenlösung aufweisen. Zu diesem Zweck wurden für die Eichlösungen wäßrige Zahnsteinmodellösungen folgender Zusammensetzung angesetzt: 77,4% Asche, 34,2% Ca, 18,9% P, 0,9% Mg und 0,046% F, die genau bekannte Mengen an Blei zwischen 5 bis 50 Mikrogramm Blei pro Liter enthielten.

Neben den oben genannten Störungen des Meßsignals bei der Atomabsorptionsspektralphotometrie können jedoch noch zusätzliche Schwächungen der Bleilinie durch Rauchentwicklung bei der Verdampfung der Analysenprobe im Graphitrohr entstehen.

Messungen bei 283,3 nm dieser unspezifischen Absorption durch Rauchentwicklung als Funktion der Konzentration des gelösten Zahnsteins ergaben jedoch, daß derartige Störungen nur im Bereich von Konzentrationen oberhalb 2,3 mg Zahnstein/Milliliter Lösung auftreten. Aus diesem Grunde wurden die Meßlösungen, falls nötig, mit destilliertem Wasser auf Konzentrationen unterhalb dieses Grenzwertes verdünnt. Zur Überprüfung der Eichkurve wurde die sog. "Wiederfindungs-Methode" herangezogen, bei der die AAS-Signale vor und nach Zugabe einer bekannten Menge Bleis zur Analysenlösung miteinander verglichen werden.
Findet man hierbei tatsächlich durch Vergleich mit der Eichkurve die zugegebene Menge Blei wieder, so ist dies eine zuverlässige Bestätigung des Eichungsvorgangs.

Als Beispiel sind in Abbildung 1 und 2 Eichkurven gezeigt, bei denen als Ordinate die Signalhöhe und als Abszisse die Konzentration des Bleis in der Zahnsteinmodellösung aufgetragen sind.
Wie man sieht, verlaufen die Eichkurven in sehr guter Näherung geradlinig.

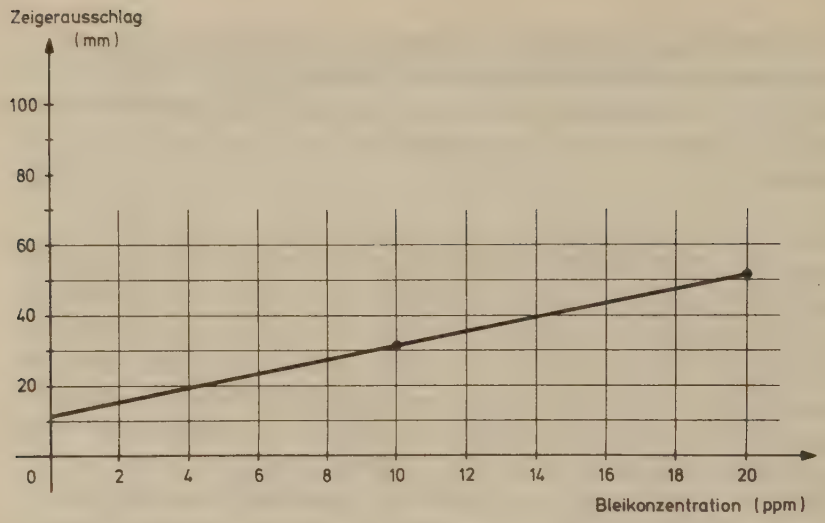

Abb.1: Eichkurve zur Bestimmung von Blei im Zahnstein mittels Atomabsorptionsspektralphotometrie im Konzentrationsbereich 0,5 - 20 ppm Blei

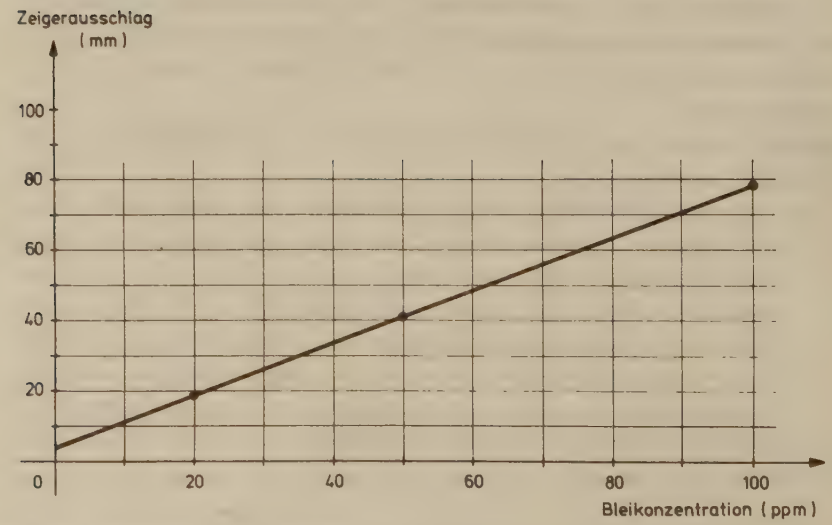

Abb.2: Eichkurve zur Bestimmung von Blei im Zahnstein mittels Atomabsorptionsspektralphotometrie im Konzentrationsbereich 20 - 100 ppm Blei

3.4.3.3 Messung

Alle Atomabsorptionsmessungen wurden mit Hilfe einer Graphitrohrküvette durchgeführt. Dabei wurden für jede Messung 20 Mikroliter der Lösung, die durch Veraschung des Zahnsteins gewonnen wurde, mit einer Eppendorf-Pipette in das kalte Graphitrohr eingespritzt. Im Graphitrohr wurde die Probe zunächst 20 Sekunden bei 100°C getrocknet und nach einer zweiten Trocknungsstufe (750°C, 30 sec) bei 2300°C während 20 Sekunden atomisiert und die dabei beobachtete Extinktion der Bleilinie mittels eines Schreibers registriert.
Diese Bestimmung wurde viermal wiederholt. Die Reproduzierbarkeit, die man hierbei erhielt, lag für Bleikonzentrationen von 5-20 µg Blei/Liter bei etwa ±15% und im Konzentrationsbereich von 10-100 µg Blei/Liter bei etwa ±5%.

3.5 Fehlerbetrachtung

Zur Ermittlung des Fehlers (charakterisiert durch die entsprechende Standardabweichung) eines Analysenwertes bei Vorliegen einer linearen Eichkurve, die mit Hilfe von m (≙ Anzahl) verschiedenen Eichlösungen erstellt wurde, haben wir das Verfahren von NALIMOV herangezogen. Obwohl dieses Verfahren relativ aufwendig ist, wird es heute in zunehmendem Maße eingesetzt, da es eine realistische Fehlerberechnung gewährleistet. Aus Gründen der Zeitersparnis wird man allerdings in den meisten Fällen die Berechnung mit einem programmierbaren Tischrechner durchführen.

Voraussetzung für die Anwendbarkeit des Verfahrens ist, daß sowohl von den Eichpunkten als von den unbekannten Analysenproben jeweils gleich viel Parallelbestimmungen vorliegen. Bei den vorliegenden Bleibestimmungen im Zahnstein wurden zu diesem Zweck jeweils 4fach-Bestimmungen von jeder Probe sowie von den Eichlösungen durchgeführt.

Bezeichnet man mit x die Bleikonzentration der Lösung (z.B. in ppm) und mit y den zugehörigen Signalwert, den man bei der Vermessung dieser Probe am Atomabsorptionsgerät erhält, so ermittelt man zunächst mittels der bekannten Methoden der Regressionsanalyse die Eichgerade mit Hilfe der m Eichpunkte als

$$y = a + b\,x \qquad (1)$$

wobei a der Achsenabschnitt und b der Regressionskoeffizient (Steigung) ist. Da

$$a = \bar{y} - b\,\bar{x} \qquad (2)$$

wobei $\bar{x}$ und $\bar{y}$ die Mittelwerte aller x_m bzw. y_m Eichwerte sind, läßt sich eine unbekannte Konzentration x_{m+1} aus einem gemessenen Signalwert y_{m+1} nach Gleichung (1) und (2) zu

$$x_{m+1} = \frac{y_{m+1} - \bar{y}}{b} + \bar{x} \qquad (3)$$

berechnen.

Die Standardabweichung $s_{y.x}$ der y-Werte für ein gegebenes x, die ein Maß für die Streuung der Eichpunkte um die Regressionsgerade darstellt, ist gegeben durch

$$s_{y \cdot x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} (y_i - y_i)^2}{m-2}} \qquad (4)$$

Diese Größe wird auch als Standardfehler der Schätzung bezeichnet. Unter der oben erwähnten Voraussetzung, daß die unbekannte Lösung und die m Eichlösungen mit der gleichen Anzahl von Parallelbestimmungen analysiert wurden, erhält man schließlich für die Standardabweichung der unbekannten Konzentration x_{m+1}:

$$s_{x_{m+1}} = \frac{s_{y \cdot x}}{b} \sqrt{1 + \frac{1}{m} + \frac{(y_{m+1} - \bar{y})^2}{b^2 \left(\sum_{i=1}^{m} x_i^2 - m\bar{x}^2 \right)}} \qquad (5)$$

Die Analyse dieser Gleichung zeigt, daß der Fehler bei der Bestimmung der unbekannten Konzentration abhängig ist von der

- Steigung der Eichkurve
- Streuung der Eichpunkte um die Eichgerade
- Anzahl der Eichpunkte
- Konzentration der unbekannten Lösung.

Bei Vorliegen einer bestimmten Eichkurve ist der Fehler bei der Bestimmung der unbekannten Konzentration am geringsten, wenn $y_{m+1} = \bar{y}$, d.h. wenn das Signal der unbekannten Probe etwa in der Mitte der Eichkurve liegt. Ist der Signalwert der unbekannten Probe größer oder kleiner als $\bar{y}$, so wird in beiden Fällen die zugehörige Standardabweichung anwachsen.

Nach Gleichung (5) wurden bei sämtlichen hier berichteten Bleianalysen im Zahnstein die zugehörigen Standardabweichungen berechnet.
Aus diesen Werten ließen sich dann die Variationskoeffizienten, die den relativen Fehler angeben (s.u.), berechnen.

4. Ergebnisse

4.1 Definition

Nach Vorschlägen des Vorstandes der DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR PARODONTOLOGIE (1972) werden die entzündlichen Erkrankungen des marginalen Parodontium mit Bildung von Zahnfleischtaschen unterteilt in:

a) Parodontitis marginalis superficialis: Die Entzündung des marginalen Parodontium mit Bildung von s u p r a - alveolären Zahnfleischtaschen und in

b) Parodontitis marginalis profunda: Die Entzündung des marginalen Parodontium unter Beteiligung des Knochens mit i n f r a alveolären Taschen (= röntgenologisch erkennbarer Knochenabbau).

4.2 Meßwerte

4.2.1 Bleigehalt im Zahnstein bei Parodontitis marginalis profunda

In Tabelle 1 sind die Einzelwerte des Bleigehalts jeder Zahnsteinprobe zusammen mit Namen, Alter und Geschlecht von 51 Patienten aufgeführt. Dabei wurde der Bleigehalt als arithmetischer Mittelwert von 4 Parallelbestimmungen jeder Probe ermittelt. Der Fehler des Meßwertes ist durch den Variations-

koeffizienten charakterisiert.
Er ergibt sich aus der in Abschnitt 4.3 erklärten Standardabweichung zu

$$\text{Var.koeff. (in\%)} = \frac{\text{Stand.Abw. mal 100}}{\text{mittl. Bleigehalt}} .$$

Tabelle 1 Bleigehalte im Zahnstein bei Parodontitis marginalis profunda

Name	Geschlecht m./w.	Alter (a)	Einwaage (mg)	Bleigehalt ppm	Var. koeff. %
L., Lydia	w	28	0,25	336,0	2,96
A., Lydia	w	49	17,4	16,4	3,27
G., Bernd	m	32	2,08	95,0	2,53
B., Frieda	w	63	2,4	31,0	3,35
Z., Wilhelm	m	51	2,3	29,0	3,78
Z., Elisabeth	w	43	0,8	12,3	2,28
B., Francesco	m	36	7,9	83,0	2,67
Sch., Wener	m	46	7,3	30,0	2,99
T., Hannelore	w	32	7,8	17,3	1,16
e., Helmut	m	35	21,4	19,1	2,24
G., Maria	w	62	10,3	3,3	3,32
H., Veronika	w	29	4,4	40,4	1,03
F., Richard	m	40	7,5	13,0	1,60
F., Waltraud	w	49	15,4	6,7	3,04
R., Käthe	w	64	30,4	5,9	1,93
V., Erika	w	39	10,9	3,9	7,81
H., Ingrid	w	31	9,0	2,0	4,03
M., Roland	m	44	17,5	5,1	1,87
E., Anton	m	69	19,0	4,3	2,13
K., Abdul.	m	43	5,9	9,1	6,21
H., Alois	m	35	12,0	1,5	28,80
K., Marko	m	39	37,4	4,9	1,18
W., Hans-Holger	m	30	5,1	2,1	26,91
B., Ingeborg	w	41	4,9	1,6	4,53
K., Brigitte	w	42	7,5	2,4	1,98
P., Emmy	w	44	6,6	0,5	6,21
S., Rita	w	40	7,6	1,2	3,77
A., Fritz	m	40	11,1	14,3	0,73
V., Johann	m	41	10,8	1,8	32,41
B., Johanna	w	54	15,8	0,9	3,77
F., Berty	w	59	2,7	7,8	0,99

Fortsetzung Tabelle 1

Name	Geschlecht m./w.	Alter (a)	Einwaage (mg)	Bleigehalt ppm	Var.koeff. %
K., Zenka	w	51	6,1	5,4	0,93
R., Henriette	w	64	10,0	98,4	0,81
F., Hans	m	58	1,0	1,3	78,85
M., Valentin	m	56	2,6	3,5	1,12
L., Barbara	w	29	3,4	4,8	12,88
M., Ivanka	w	22	2,1	3,8	1,34
S., Anna	w	23	15,9	8,3	18,84
S., Inge	w	26	5,6	2,0	26,91
W., Cloth.	w	28	8,5	2,8	1,68
E., Anton	m	25	12,7	9,5	5,82
K., Peter	m	26	5,05	10,4	15,90
Sch., Peter	m	24	22,5	4,1	1,18
M., Alexa	w	31	6,9	5,0	28,80
R., Karola	w	38	2,4	2,0	24,49
S., Ingeborg	w	36	25,6	1,5	2,70
S., Elfriede	w	37	15,3	0,9	4,24
B., Bruno	m	35	4,0	6,5	0,82
B., Edgar	m	34	6,0	7,7	0,61
G., Karl	m	34	9,4	3,9	1,46
Sch., Ludmilla	w	68	2,4	2,3	21,87

4.2.2 Bleigehalt im Zahnstein bei Parodontitis marginalis superficialis

Analog zu Tabelle 1 sind in Tabelle 2 die Bleigehalte im Zahnstein bei Parodontitis marginalis superficialis von 46 Patienten aufgeführt.

Tabelle 2 Bleigehalte im Zahnstein bei Parodontitis marginalis superficialis

Name	Geschlecht m./w.	Alter (a)	Einwaage (mg)	Bleigehalt ppm	Var. koeff. %
S., Cornelia	w	24	5,4	7,9	1,29
H., Ulf	m	26	10,6	9,0	2,33
F., Günther	m	31	8,3	31,0	3,82
G., Karl	m	39	4,5	32,0	3,40
W., Manfred	m	37	13,9	4,8	4,37
L., Lira	w	25	6,4	15,4	1,35
Sch., Rolf	m	24	0,8	130,0	2,39
W., Elisabeth	w	26	1,2	266,0	3,04
M., Karl-Heinz	m	33	4,1	30,0	4,08
N., Ute	w	23	3,0	21,4	3,80
Sch., Brigitte	w	26	5,3	70,0	1,25
F., Bernd	m	20	4,4	5,7	3,52
M., Jürgen	m	39	3,6	9,1	4,71
G., Astrid	w	29	28,6	3,3	2,77
G., Marianne	w	36	3,7	52,0	1,43
R., Renate	w	25	12,8	5,6	11,89
M., Chantal	w	22	5,0	31,0	6,23
B., Franz	m	25	10,9	8,9	3,41
F., Rosemarie	w	40	11,2	3,5	8,44
R., Marion	w	23	4,6	70,0	6,01
F., Helma	w	30	1,5	19,2	4,61
V., Angelo	m	33	13,1	13,4	4,87
Sch., Edith	w	22	5,4	122,0	7,32
J., Klaus	m	48	8,7	5,5	5,61
F., Bruno	m	32	30,2	28,0	2,22
H., Irene	w	24	4,8	83,0	4,87
B., Detlef	m	35	10,5	40,5	2,93
U., Barbara	w	25	6,8	20,6	2,84
P., Dimitrios	m	47	12,3	2,5	1,93
S., Erich	m	60	11,7	3,0	16,89

Fortsetzung Tabelle 2

Name	Geschlecht m./w.	Alter (a)	Einwaage (mg)	Blei-gehalt ppm	Var. koeff. %
A., Marianne	w	35	9,0	1,3	40,11
F., Anna	w	36	3,6	4,2	12,30
M., Karin	w	32	2,5	1,0	87,29
R., Helga	w	38	19,8	0,9	4,24
F., Bernhard	m	22	13,2	5,3	1,07
Sch., Dietrich	m	27	6,5	12,0	9,22
S., Martin	m	29	7,2	2,1	26,05
Z., Reinh.	m	29	6,0	90,4	0,93
B., Lubica	w	27	9,2	1,0	4,24
K., Ursula	w	21	11,1	1,1	30,99
K., Brigitte	w	24	4,3	5,7	9,90
T., Brigitte	w	18	6,6	0,3	38,24
T., Wilfried	m	24	2,8	8,8	9,78
Sch., Klaus	m	33	6,6	2,0	25,24
A., Manfred	m	39	15,7	45,0	0,84
R., Günther	m	37	10,0	6,9	0,79

4.2.3 Häufigkeitsverteilung der Bleigehalte des Zahnsteins bei Parodontopathien

Betrachtet man die Einzelwerte in Tabelle 1, so fällt zunächst der sehr hohe Wert von 336 ppm Pb im Zahnstein bei Frau L. auf. Da er um ein Mehrfaches über allen anderen bei diesem Personenkreis gefundenen Werten liegt, muß man diesen Wert sicher als einen Ausreißer betrachten, der für dieses Personenkollektiv nicht typisch ist. Möglicherweise liegt bei dieser Patientin eine Bleibelastung vor, die sich im Zahnstein bemerkbar macht, oder es ist ein Fehler bei der analytischen Bestimmung unterlaufen. Dieser Wert wurde bei der weiteren Auswertung der Daten nicht mehr berücksichtigt.
Dies gilt auch für den Bleigehalt von 226 ppm im Zahnstein der Patientin W. (s. Tabelle 2).

Einen guten Überblick über die Häufigkeitsverteilung der Bleigehalte im Zahnstein erhält man durch die sogenannten Häufigkeitsverteilungskurven oder Histogramme der Einzelwerte. Dazu teilt man die gefundenen Bleigehalte im Zahnstein in Klassen ein und gibt dann die relative Häufigkeit (in %) der Beobachtungen in jeder Klasse in Form eines Balkendiagramms an. Auf diese Weise wurde die Häufigkeitsverteilung der Bleigehalte im Zahnstein bei Parodontitis marginalis superficialis sowie diejenige der Bleigehalte im Zahnstein bei Parodontitis marginalis profunda ermittelt und in den Abbildungen 3 und 4 graphisch dargestellt.

Abb.3: Bleigehalt im Zahnstein bei Parodontitis marginalis superficialis
Häufigkeitsverteilung der Meßergebnisse von 45 Patienten

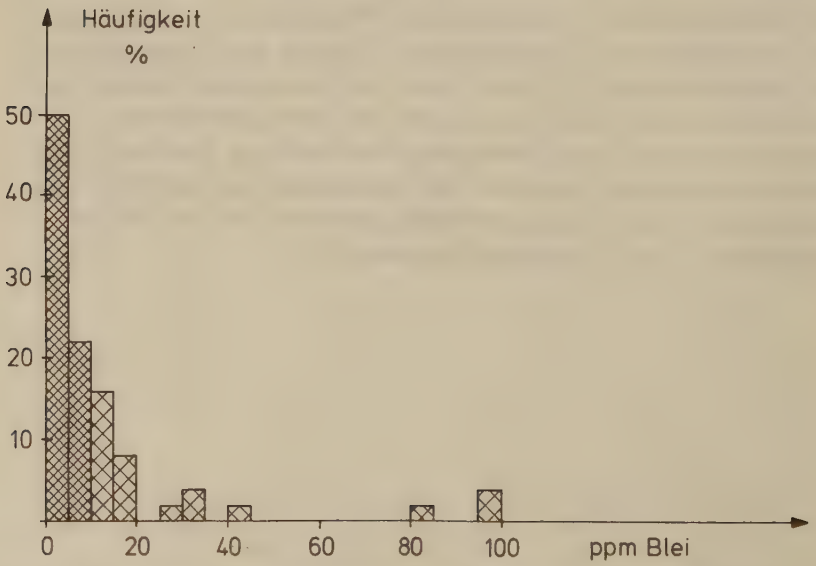

Abb.4: Bleigehalt im Zahnstein bei Parodontitis marginalis profunda
Häufigkeitsverteilung der Meßergebnisse von 45 Patienten

4.2.4 Mediane und 95% Vertrauensbereiche

Betrachtet man die beiden Histogramme, so sieht man, daß die Häufigkeitsverteilungen der Bleigehalte im Zahnstein sowohl bei Parodontitis marginalis profunda als auch bei Parodontitis marginalis superficialis nicht symmetrisch sondern linkssteil verlaufen. Die Verteilung entspricht also sicher nicht einer GAUSS'schen Normalverteilung, die ja symmetrisch ist. In diesem Fall ist es daher auch nicht zweckmäßig, den arithmetischen Mittelwert eines Kollektivs als Durchschnittswert eines mittleren Bleigehalts im Zahnstein zu berechnen, sondern man charakterisiert derartige schiefsymmetrische Verteilungen zutreffender durch den sogenannten Median.
Er gibt denjenigen beobachteten Wert an, der die Verteilung in zwei gleich große Hälften teilt, d.h. 50% aller Werte liegen links und 50% aller Werte liegen rechts vom Median. Ordnet man also alle Werte x der Größe nach, so ist bei gerader Anzahl n der Werte

$$\tilde{\mu} = \frac{x_{n+1}}{2}$$

und bei ungerader Anzahl n der Werte

$$\tilde{\mu} = \frac{1}{2} \sqrt{x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n+2}{2}}} \quad .$$

Den Fehler des so berechneten Medians des Kollektivs kann man bei Vorliegen einer unsymmetrischen Verteilung nicht mehr durch die (symmetrische) Standardabweichung kennzeichnen, sondern man berechnet in diesem Fall üblicherweise den (unsymmetrischen) 95% Vertrauensbereich des Medians. Dieser gibt die untere Grenze L_1 und obere Grenze L_2 desjenigen Bereichs an, innerhalb dem der wahre Median des Kollektivs mit 95%iger Wahrscheinlichkeit liegt. Bezeichnet man die der Größe nach aufsteigend geordneten Meßwerte des Kollektivs mit $x_1, x_2, x_3, \ldots\ldots\ldots x_n$, so ist der 95%ige Vertrauensbereich

für den Median gegeben durch

$$x_h < \mu < x_{(n-h+1)}$$

wobei für n > 50 gilt

$$h = \frac{n - 1{,}96\sqrt{n}-1}{2} \quad .$$

Median und 95% Vertrauensbereich können unabhängig von der Symmetrie der Häufigkeitsverteilung berechnet werden. Falls die Verteilung einer GAUSS'schen Normalverteilung entspricht, fällt der Median und der arithmetische Mittelwert zusammen.

In Tabelle 3 sind die gefundenen Mediane für die Bleigehalte des Zahnsteins bei Parodontitis marginalis profunda sowie bei Parodontitis marginalis superficialis zusammen mit den zugehörigen oberen und unteren Grenzen des 95% Vertrauensbereichs zusammengefaßt.

BLEIGEHALTE IM ZAHNSTEIN (in ppm)

	Zahl der Messungen	Bereich	Ausreißer v.Kollektiv	Histogramm	Median $\tilde{\mu}$	95% Vertrauensbereich L_1	L_2
Parodontitis marginalis profunda	51	0,5 - 98,4	1 (355)	linkssteil	4,95	3,5	7,8
Parodontitis marginalis superficialis	46	0,3 - 130	1 (266)	linkssteil	8,90	5,5	20,6

Tab.3 Mediane und 95% Vertrauensbereiche der Bleigehalte im Zahnstein bei Parodontitis marginalis profunda und Parodontitis marginalis superficialis

Wie man sieht, wies der Zahnstein bei Parodontitis marginalis profunda im Mittel einen Bleigehalt von 4,95 ppm auf. Der 95% Vertrauensbereich dieser Werte erstreckt sich von 3,5 bis 7,8 ppm Blei. Insgesamt streuen die gefundenen Bleigehalte in diesem Kollektiv zwischen 0,5 und 98,4 ppm Blei.

Bei Parodontitis marginalis superficialis wies der Zahnstein im Mittel einen Bleigehalt von 8,9 ppm Blei mit einem 95% Vertrauensbereich von 5,5 bis 20,6 ppm Blei auf. Die gesamte Streuung aller Bleigehalte im Zahnstein dieses Kollektivs lag zwischen 0,1 und 130 ppm Blei.

4.2.5 Vergleich der Bleigehalte des Zahnsteins bei Parodontitis marginalis profunda und marginalis superficialis

Ein Vergleich der Mediane des Bleigehalts für beide Kollektive zeigt zunächst, daß der mittlere Bleigehalt im Zahnstein bei Parodontitis marginalis profunda mit 4,95 ppm unter dem entsprechenden Wert bei Parodontitis marginalis superficialis (8,9 ppm) liegt. Betrachten wir jedoch den Fehler, mit dem diese beiden Werte behaftet sind, so sehen wir, daß dieser relativ groß ist, da sich die 95% Vertrauensbereiche der beiden Mediane überlappen. Dies bedeutet, daß wir in einigen Fällen beobachten werden, daß der Bleigehalt im Zahnstein bei Parodontitis marginalis profunda größer ist als bei Parodontitis marginalis superficialis. Um nun trotzdem eine statistisch gesicherte Aussage machen zu können, ob sich bei einem großen Kollektiv der Bleigehalt im Zahnstein bei Parodontitis marginalis profunda signifikant von demjenigen bei Parodontitis marginalis superficialis unterscheidet, wendeten wir den von WHITNEY und MANN entwickelten U-Test an. Dieser Test erlaubt den Vergleich zweier unabhängiger Stichproben und ist insofern verteilungsunabhängig, als die Häufigkeitsverteilungen der Werte beider Kollektive nicht einer GAUSS'schen Normalverteilung folgen müssen. Vorausgestzt wird jedoch,

daß die beiden zu vergleichenden Stichproben die gleiche Verteilungsform aufweisen. Dies wird jedoch in unserem Fall beobachtet. Die Abbildungen 3 und 4 zeigen deutlich, daß beide Stichprobenverteilungen linkssteil sind.
Zur Berechnung der Prüfgröße U bringt man zunächst alle m + n Stichprobenwerte in eine gemeinsame aufsteigende Rangfolge und vermerkt bei jeder Rangzahl, aus welcher der beiden Stichproben sie entstammt. Summiert man nun alle auf die Stichprobe 1 (m-Werte) entfallenen Rangzahlen, so erhält man hierbei den Wert R_1 und durch Summation aller auf die Stichprobe 2 (n-Werte) entfallenen Rangzahlen den Wert R_2.
Bildet man nun noch

$$U_1 = m \cdot n + \frac{m(m+1)}{2} - R_1$$

und

$$U_2 = m \cdot n + \frac{n(n+1)}{2} - R_2 \quad ,$$

so ist die gesuchte Prüfgröße die kleinere der beiden Größen U_1 und U_2. Zur Prüfung, ob der Median der Gruppe 1 verschieden von denjenigen der Gruppe 2 ist, vergleicht man die so ermittelte Prüfgröße U mit tabellierten Vergleichsgrößen auf dem gewünschten Prüfniveau α. Im vorliegenden Fall erhält man auf diese Weise:

Kollektiv 1 (Blei im Zahnstein bei Parodontitis marginalis profunda) $U_1 = 256$

Kollektiv 2 (Blei im Zahnstein bei Parodontitis marginalis superficialis) $U_2 = 1994$

und damit $U = 256$

Aus der Tabelle entnimmt man:

$$U(m,n,\alpha) = U(50; 45; 0{,}001; \text{einseitiger Test}) = 710{,}4$$

Da $256 < 710{,}4$, wird die Hypothese

(Median) Blei im Zahnstein bei Parodontitis marginalis superficialis > (Median) Blei im Zahnstein bei Parodontitis marginalis profunda

auf dem 0.01 Niveau (99,9% statistische Sicherheit) angenommen.

Als Ergebnis erhält man somit

Der Bleigehalt von Zahnstein bei Parodontitis marginalis superficialis ist mit 8,90 ppm Blei trotz der großen Streuung der Meßwerte mit einer statistischen Sicherheit von 99,9% (hochsignifikant) höher als derjenige bei Parodontitis marginalis profunda mit 4,95 ppm Blei.

---

5. Kritische Auswertung

Atomabsorptionsspektralphotometrisch ermittelten SONNABEND und Mitarbeiter (1976) bzw. HERZOG (1977) bei 79 männlichen "Normalpersonen" einen durchschnittlichen Bleigehalt von 5,58 ± 6,23 ppm im Zahnstein. Mittels gleicher Methodik fand EMSLANDER (1978) bei 21 "normalzivilisatorisch" Bleibelasteten einen Mittelwert von 4,37 ± 2,12 ppm Blei.
Die Atomabsorptionsspektralphotometrie als Bestimmungsmethode für den Bleigehalt im Zahnstein beibehaltend zeigten sich uns bei 50 Patienten mit Parodontitis marginalis profunda entsprechende Werte mit einem Median von 4,95 ppm Blei (95% Vertrauensbereich: L_1 = 3,5; L_2 = 7,8 ppm Pb).
Die Häufigkeitsverteilung der Bleigehalte im Patientenkollektiv folgte jedoch nicht einer Normalverteilung nach GAUSS, sondern war linkssteil. Ebenso linkssteil war die Häufigkeitsverteilung der Bleigehalte im Zahnstein bei der Patientengruppe mit Parodontitis marginalis superficialis(45 Patienten). Mit einem Medianwert von 8,90 ppm Blei im Zahnstein (95% Vertrauensbereich: L_1 = 5,5; L_2 = 20,6 ppm Pb) lag der Bleigehalt im Zahnstein bei Parodontitis marginalis superficialis jedoch hochsignifikant höher als bei Parodontitis marginalis profunda.
Eine gesicherte Erklärung dieses überraschenden experimentellen Befundes kann zur Zeit noch nicht gegeben werden. Von BRUDEVOLD und Mitarbeiter (1956 bzw. 1975) wissen wir, daß die oberflächlichsten Zahnschmelzschichten einen sehr hohen Bleigehalt aufweisen. Aufgrund einer engen lokalen Beziehung der entzündeten Zahnfleischtasche zum Zahnschmelz bei der Parodontitis marginalis superficialis könnte das im sauren pH-Bereich liegende Exsudat möglicherweise Bleiionen aus den bleireichen oberflächlichen Schmelzschichten mobilisieren, welche dann im Zahnstein gebunden werden. Es ist jedoch auch denkbar, daß in einem sauren Milieu bereits bei der Zahnsteinbildung mehr Bleiionen mit eingebaut werden. Unabhängig von der Ursache für die Ausbildung des unterschiedlichen Bleigehalts, sollte man jedoch bei der Verwen-

dung des Zahnsteins als Indikator für eine Bleiakkumulation im menschlichen Körper in jedem Fall mit angeben, ob es sich bei der betreffenden Person um einen parodontal Erkrankten handelt. Falls dies der Fall ist, sollte auch die Art der beobachteten Parodontopathie vermerkt werden, um einen Vergleich mit dem entsprechenden Wert eines "Normalkollektivs" zu ermöglichen.

6. Zusammenfassung

An 51 Patienten mit Parodontitis marginalis profunda und 46 Patienten mit Parodontitis marginalis superficialis wurde der Bleigehalt im Zahnstein bestimmt.
Die analytische Bleibestimmung erfolgte dabei mittels Atomabsorptionsspektralphotometrie.
Die statistische Auswertung der experimentellen Befunde ergab:

1) Die Häufigkeitsverteilung der Bleigehalte (Histogramme) im Zahnstein ist bei beiden Patientengruppen linkssteil und folgt nicht einer Normalverteilung nach GAUSS.
2) Der repräsentative mittlere Bleigehalt des Zahnsteins für jede Patientengruppe ist daher nicht der arithmetische Mittelwert, sondern der Median. Dieser betrug bei Parodontitis marginalis profunda: 4,95 ppm Blei im Zahnstein
und bei
Parodontitis marginalis superficialis: 8,90 ppm Blei im Zahnstein.
3) Die Schwankungen dieser Mediane wurden durch die 95% Vertrauensbereiche charakterisiert. Sie betrugen bei Parodontitis marginalis profunda: $L_1 = 3,5$; $L_2 = 7,8$ ppm Pb
und bei
Parodontitis marginalis superficialis: $L_1 = 5,5$; $L_2 = 20,6$ ppm Pb.
4) Wegen der Überlappung der 95% Vertrauensbereiche wurde mittels U-Test nach WHITNEY und MANN entschieden, ob sich die obigen mittleren Bleigehalte im Zahnstein bei beiden Patientengruppen auch statistisch signifikant unterscheiden. Als Ergebnis fanden wir:
Der Bleigehalt von Zahnstein bei Parodontitis marginalis superficialis ist mit 8,90 ppm Blei trotz der großen Streuung der Einzelwerte mit einer statistischen Sicherheit von 99,9% (hochsignifikant) höher als derjenige bei Parodontitis marginalis profunda mit 4,95 ppm Blei.

5) Bei Verwendung von Zahnstein als Indikator für eine Bleiakkumulation im menschlichen Körper ist daher eine eventuell vorliegende parodontale Erkrankung des Patienten mit anzugeben.

7. Literatur

1) ALTSHULLER, L.F.
HALAK, D.B.
LANDING, B.H.
KEHOE, R.A.
Deciduous teeth as an index of body burden of lead
J. Pediat. 60, 224-229 (1962)

2) BRUDEVOLD, F.
REDA, A.
AASENDEN, R.
BAKHOS, Y.
Determination of trace elements in surface enamel of human teeth by a new biopsy procedure
Arch. oral. Biol. 20, 667-673 (1975)

3) BRUDEVOLD, F.
STEADMAN, L.T.
The distribution of lead in human enamel
J. dent. Res. 35, 430-437 (1956)

4) DE LA BURDÉ, B.
SHAPIRO, I.M.
Dental lead, blood lead, and pica in urban children
Arch. Environ. Health 30, 281-284 (1975)

5) EMSLANDER, N.
Untersuchungen über den Bleigehalt in Zahnstein, Zahnhartgeweben, Alveolarknochen und venösem Blut
Med. Diss. München (1978)

6) HERZOG, J.
Untersuchungen über den Blei- und Cadmiumgehalt des menschlichen Zahnsteins
Med. Diss. München (1977)

7) HINTZE, V.
Zur Zahnpflege im Bleibetriebe
Berl. klin. Wschr. 49, 1041-1042 (1912)

8) KÖTZSCHKE, H.J.
Statistische Erhebungen in der Parodontologie
Dtsch. Stomat. 15, 267-272 (1965)

9) MINKER, M.A.
Der Bleisaum
Dtsch. Mschr. Zahnheilk. 46, 401-412 (1928)

10) PFRIEME, F.
Über den normalen und pathologischen Bleigehalt der Zähne von Menschen und Tieren
Med. Diss. Halle (1934)

11) SONNABEND, E.
BUNZL, K.
KRACKE, W.
Die Vorteile der Bestimmung von Umwelteinflüssen durch BLEI und Cadmium im Bereich des Gebisses und das Verhalten dieser Werte bei den verschiedenen Parodontopathien
Die Quintessenz 29, 95-98 (1978)

12) SONNABEND, E.
SANSONI, B.
HERZOG, J.
KRACKE, W.
Untersuchungen über den Blei- und Cadmiumgehalt im Zahnstein bei verschiedenen Berufsgruppen
Dtsch. zahnärztl.Z. 31, 189-191 (1976)

13) SCHENKEL, E.
Über die Beziehungen der Bleivergiftung zu den Zahnkrankheiten
Med. Diss. Berlin (1929)

14) SCHMIDT, J.
Untersuchungen über den Bleigehalt im Zahnstein und Speichel bei Arbeitern des Bleigewerbes
Med. Diss. Leipzig (1933)

15) STEWART, D.J.
Teeth as indicators of exposure of children to lead
Arch. Dis. Child. 49, 895-897 (1974)

16) STREHLOW, C.D.
KNEIP, T.J.
The distribution of lead and zinc in the human skeleton
Amer. Ind. Hyg. Ass. J. 30, 372-378 (1969)

L E B E N S L A U F

Name:	Hohmann
Vorname:	Richard
geboren:	6.1.1923 in Hünhan/Hessen
Eltern:	August und Luzia Hohmann geb. Giez
Schulbildung:	Volksschule Hünhan von 1929 bis 1935 Humanistisches Gymnasium des Oblaten-Klosters in Burlo/Westfalen von 1935 bis 1939 Humanistisches Gymnasium Fulda 1939 bis 1942
Abitur:	Humanistisches Gymnasium Fulda Juli 1942
Kriegsdienst:	Luftwaffe, Fliegendes Personal, Flugzeugführer 1942 bis 1945
Übergangszeit:	Inspektorenanwärter bei der Deutschen Bundesbahn 1945 bis 1947 Dentistenpraktikant 1947 bis 1948
Studiengang:	Immatrikulation an der Universität Würzburg für das Studium der Zahnheilkunde im Sommersemester 1948 ab Wintersemester 1949/50 Doppelstudium Zahnmedizin/Medizin Zahnärztliche Vorprüfung am 24.4.1950 Ärztliche Vorprüfung am 27.4. 1951 Zahnärztliche Prüfung am 19.7.1952 Ärztliche Prüfung am 26.7.1954

Arbeits-verhältnisse:	In den Semesterferien von 1952 bis 1954 Assistent in freien Zahnarztpraxen Medizinischer Pflichtassistent an der Universitätsklinik Würzburg und in verschiedenen Arztpraxen von 1954 bis 1956 Ärztliche Praxisvertretungen von 1956 bis 1959 Assistent an der Medizinischen Abteilung des Juliusspitals in Würzburg von 1959 bis 1962 Wissenschaftlicher Assistent an der Medizinischen Universitätsklinik Würzburg von 1962 bis 1966 Medizinische Praxisvertretungen von 1966 bis 1969
Niederlassung:	1.1.1970 in München
Verehelichung:	mit Brigitte Hohmann geb. Röttinger im August 1970
Kinder:	Barbara 1971 Mario 1973 Ricardo 1975